

*Матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.  
Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 19-20 листопада 2014.*

УДК 667.64:678.026

**І.Г. Добротвор, докт. техн. наук, доц, О.Ю. Скальський**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**МОДЕЛЬ ПАРАМЕТРІВ ОПЕРАТОРНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ОПТИЧНИХ  
ХАРАКТЕРИСТИК СТРУКТУР ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ**

**I.G. Dobrotvor, Dr., O.Yu. Skalskyi**

**MODEL PARAMETERS OPERATOR TRANSFORMATION OF OPTICAL  
CHARACTERISTICS EPOKSYKOMPOZYTYV**

Метою роботи є дослідження впливу параметрів поверхневих шарів у компози-  
тах з різною природою наповнювачів і товщини покриттів на кінетику зміни залишко-  
вих напружень у матеріалах.

В якості предмета досліджень вибрано епоксидно-діановий олігомер марки ЕД-  
20, який зшивали поліетиленполіаміном (ПЕПА) при стехіометричному співвідношенні  
компонентів. Як наповнювачі, вибрано дисперсні частинки однакового розміру ( $63 \pm 8$   
мкм) різної фізичної природи: ферит марки 1500 НМЗ, карбід бору і карбід кремнію.

Перспективними є методи визначення градієнта зображення плівок композитів  
на першому етапі проводили фотографування зразків з допомогою цифрового фотоапа-  
рата (рис.1). Для комплексного порівняння характеристик КМ використовували роз-  
роблену методику числового оброблення фотографій досліджуваних матеріалів з ре-  
зультатами досліджень КМ (лістинг 1). Для дослідження градієнту зображень,  
фотографії були перетворені у матриці кольорів [3].

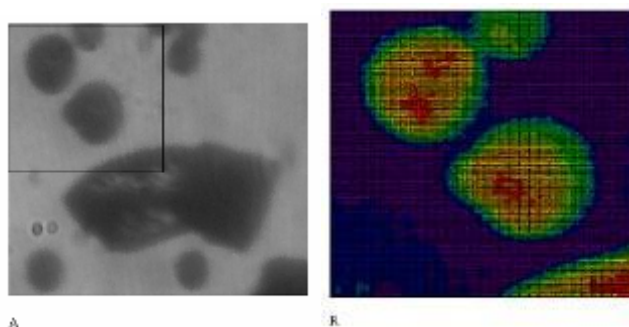


Рисунок 1 – Матриця А яскравостей тонкої плівки композиту та графік матриці R усереднених  
яскравостей виділеного фрагменту композиту.

Це дозволило оцінити зміну структурних характеристик матриці у поверхневих  
шарах. У подальшому нами було розраховано різниці матриці (рис.2) на основі  
масивів яскравостей різної грубозернистості, що дає можливість формувати комірки  
розміром  $h \times h$  пікселів (лістинг 2).

Лістинг 1.

```
file1 := "E:\exp1.bmp"      A := READBMP(file1)

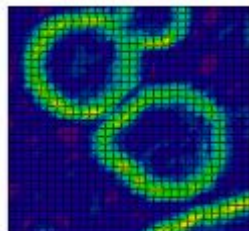
q := cols(A)      q = 281      r := rows(A)      r = 226

a1 := 0      a2 := 127      b1 := 0      b2 := 127

i := a1..a2      j := b1..b2      c := submatrix(A, a1, a2, b1, b2)
```

В результаті у епоксидній матриці навколо повітряних включень або частинок пилу з повітря, що мають нанорозміри, також спостерігали вказані області дещо менші за максимальними значеннями градієнта порівняно з наповненими матеріалами (рис.2). Це вказує на те, що у даному випадку структурні зміни відбуваються в меншій мірі порівняно з частинками наповнювача також у ненаповненій епоксидіановій матриці.

Лістинг 2.



```

C := submatrix(R,0,r-1,0,c-1)    i := 0..r-2    j := 0..c-2    h := 4
Di,j := submatrix[R,h·i,h·(i+1),h·j,h·(j+1)]    матриця h-грубозернистості
Mi,j := mean(Di,j)    матриця середніх значень h - зерен зображення
mi,j := max(Di,j)    li,j := min(Di,j)    d := m - l    різницева матриця
    
```

Рисунок 2. – Графік різницевої матриці досліджуваного фрагменту епоксидного композиту, наповненого дисперсіями.

Отримані розподіли (лістинг 3) масивів усереднених значень по кожній  $h \times h$  комірці цифрового зображення та градієнтних значень досліджуваного фрагменту КМ дають можливість порівняти інформативність операторних перетворень двовимірного масиву. Спектр градієнтних оцінок (рис.3 В) на відміну від спектру усереднених значень надає можливість оптимального вибору зернистості при дослідженні періодичності структури КМ, що корелює із розміром комірок  $h$ .

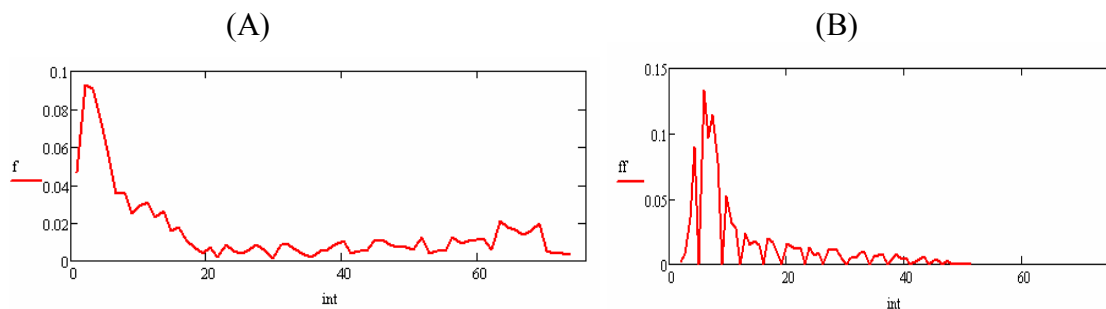


Рисунок 3. Розподіл значень усереднених по комірках зернистості яскравостей (А) та різницевої матриці (В) досліджуваного фрагменту КМ.

Отже, аналіз вище наведених експериментальних результатів дозволяє на основі використання методу електронної мікроскопії і програмного забезпечення у системі MathCad проводити аналіз структури поверхневих шарів у КМ з наповнювачами різної природи. Це дозволить направлено регулювати когезійні характеристики досліджуваних матеріалів шляхом введення у матрицю критичної концентрації наповнювача.

### Література.

1. Липатов Ю. С. Межфазные явления в полимерах / Ю. С. Липатов. – К. : Наукова Думка. – 1980. – 260 с.
  2. Цифровое преобразование изображений: Учеб. Пособие для вузов / Р. Е. Быков, Р.Фраер, К. В. Иванов, А. А. Манцветов; Под ред. профессора Р. Е. Быкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 228с.
- Технологія нанесення захисних покриттів на основі оцінок характеристик структур епоксикомпозитів. / П. Стухляк, І. Добротвор, М. Митник, О. Яструбчак // Вісник Тернопільського державного технічного університету, №3 (75), 2014, - С. 114-121